

US 9540830

AH



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 43 41 954 A1

⑯ Int. Cl. 6:

B 23 K 20/12

B 23 K 37/04

4247

Docket # 4247

Inv. Thomas Kuehne

DE 43 41 954 A1

⑯ Aktenzeichen: P 43 41 954.2  
⑯ Anmeldetag: 9. 12. 93  
⑯ Offenlegungstag: 14. 6. 95

⑯ Anmelder:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑯ Erfinder:

Reinhardt, Rudolf, 73732 Esslingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum formschlüssig-verdrehsicheren Aufnehmen von Teilen beim Reibschweißen

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reibschweißen von Teilen sowie eine Aufnahmeverrichtung zumindest eines der Teile beim Reibschweißen. Zur verdrehsicheren Aufnahme des Teiles in der entsprechenden Aufnahmeverrichtung sind darin regelmäßige Formschlußflächen vorgesehen, wobei im Bereich der Aufnahmefläche des Teiles entsprechende Formschlußflächen angearbeitet sind, derart, daß das Teil formschlüssig-verdrehsicher in der Aufnahmeverrichtung halterbar ist. Um die teileseitigen Formschlußflächen nicht in einem gesonderten Arbeitsgang anbringen zu müssen ist erfahrungsgemäß vorgesehen, daß diese erst während der Durchführung der Reibschweißung unter Ausnutzung der axialen Anpreßkraft durch einen Prägevorgang seitens der in der Aufnahmeverrichtung angebrachten schneidenartig ausgebildeten Gegen-Formschlußflächen erzeugt werden. Dazu sind die vorrichtungsseitigen Formschlußflächen schneidenartig ausgebildet und in dichter Folge kranzförmig unter einem spitzen Winkel von weniger als 45° zur Axialkraftrichtung angeordnet, so daß sie sich kraftübersetzend in eine umlaufende entsprechend liegende teileseitige Werkstückkante eingraben können.

USPS EXPRESS MAIL  
EL 897 676 840 US  
DECEMBER 04 2001

DE 43 41 954 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 024/122

10/29

## Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Reibschweißen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 und von einer Aufnahmeverrichtung in einer Reibschweißmaschine zur formschlüssigen und verdrehsicheren Aufnahme eines Teiles für das Reibschweißen nach dem Oberbegriff von Anspruch 3, wie es aus der bei der Anmelderin geübten industriellen Serienfertigung beispielsweise von Getriebeteilen geübt bzw. in Gebrauch ist. Durch die Auslieferung der Teile wird dem einschlägigen Fachmann bei einer genaueren Untersuchung dieser Teile auch die Art der Werkstückaufnahme der reibgeschweißten Teile beim Reibschweißen offenbar, so daß diese spezielle Art der Fertigung hier als bekannt unterstellt werden kann.

Die DE 38 02 300 C1 behandelt das Reibschweißen eines dünnwandigen, rohrförmigen Teiles mit einem massiven Teil, geht aber nicht auf die Art der Teilehalterung während des Reibschweißens ein. Die Problematik dort liegt auf einer ganz anderen Ebene, nämlich der hohen Härte des rohrförmigen Teiles und einer Reibungserwärmung und ausreichenden Erweichung auch dieses Teiles.

Das Reibschweißen bietet gegenüber anderen Schweißverfahren große Vorteile, weil es sehr rationell ist, keine Ansprüche an die Vorbehandlung der zu fügenden Flächen stellt, die Möglichkeit bietet, auch große Querschnitte vollflächig durchzuschweißen und praktisch verzugsfrei arbeitet, so daß endbearbeitete Teile auch ohne die Notwendigkeit einer Nachbearbeitung damit gefügt werden können. Deswegen ist das Reibschweißen für viele Anwendungsfälle mit rotationssymmetrischer Schweißstelle nicht nur in der Serienfertigung, sondern auch in der Fertigung mit geringen Losgrößen interessant. Zu Beachten ist allerdings, daß beim Reibschweißen vor allem gegen Ende des Schweißvorganges ganz beträchtliche Drehmomente in der Halterung der zu verschweißenden Werkstücke auftreten. Deswegen müssen die Teile mit hoher Verdreh sicherheit in den entsprechenden Aufnahmeverrichtung aufgenommen werden. Teile mit funktionsbedingt ohnehin vorhandenen regelmäßigen Formschlußflächen bieten in dieser Hinsicht gewisse Vorteile, weil derartige Teile unter Ausnutzung dieser Formschlußflächen formschlüssig, d. h. mit sehr hoher Verdreh sicherheit in dem entsprechend adaptierten Aufnahmeverrichtungen aufgenommen werden können. Beispiele in dieser Hinsicht können folgende Teile sein: Die Verzahnung von Zahnradern, der Schaufelkranz von Turbinen- oder Pumpenrädern, der Lochkranz von Befestigungsflanschen, eine Keilwellenprofilierung und viele andere mehr. Außenseitig rotationssymmetrische und glattflächige Teile müssen für eine kraftschlüssige Klemmung im Spannzeug eine hohe Stabilität, d. h. große Wandstärken und auch große Angriffsflächen für entsprechend große und stabile Spannbacken aufweisen, um die Teile mit ausreichend hoher Verdreh sicherheit kraft schlüssig festhalten zu können, weil dazu wegen des geringen Reibungskoeffizienten zwischen Metallteilen extrem hohen radiale Spannkräfte auf das Werkstück ausgeübt werden müssen. Diese Bedingungen sind häufig zumindest an einem der im Reibschweißverfahren zu verschweißenden Teile nicht gegeben, sei es, weil das Teil zu dünnwandig, sei es, weil es an der für die Einstellung zur Verfügung stehenden Umfangsfläche im Durchmesser zu klein oder axial zu kurz bemessen ist, was meist bei im wesentlichen scheibenförmigen Teilen

der Fall ist. Um in solchen Fällen das fertigungsgünstige Schweißverfahren trotzdem anwenden zu können, hat man an solche Werkstücke an den für die Werkstückaufnahme im Spannzeug vorgesehenen Umfangsfläche — gewissermaßen "künstlich" — geeignete Formschlußflächen angearbeitet, die außer der Drehmomentübertragung während des Reibschweißens später keine weitere Funktion haben. Beispiele für derartige Teile sind neben den bereits angesprochenen, im wesentlichen scheibenförmigen Teilen auch bolzenförmige Teile mit geringem Durchmesser, z. B. Schrauben, oder dünnwandige zylindrische, rohrförmige oder geformte, z. B. schüsselförmige Teile. Diese Teile bieten keine Angriffsflächen zum kraftvollen Ansetzen von Spannbacken.

15 Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäß zugrundegelegte Verfahren bzw. die gattungsgemäß zugrundegelegte Aufnahmeverrichtung wesentlich zu vereinfachen, und zwar dahin, daß eine nur für die Drehmomentübertragung während des Reibschweißens benötigte Formschlußverbindung wesentlich einfacher darstellbar ist als bisher.

20 Diese Aufgabe wird bei Zugrundelegung des gattungsgemäßen Verfahrens erfahrungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 und bei 25 Zugrundelegung der gattungsgemäßen Aufnahmeverrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 3 gelöst. Aufgrund des selbstdämmigen Erzeugens der teileseitigen Formschlußflächen durch einen Prägeähnlichen Vorgang während des Reibschweißens fällt 30 nicht nur der Zeit- und Maschinenaufwand für ein gesondertes Herstellen derartiger Formschlußflächenweg, sondern die Teile können aufgrund der sehr kleinen aber vielen Formschlußflächen in diesem Bereich des Werkstückes auch kleiner und leichter gehalten werden 35 im Vergleich zu größeren und gesondert gefertigten Formschlußflächen. Die Teile werden daher rascher und kostengünstiger herstellbar und bieten darüber hinaus aus Gewichtsgründen gewisse Funktionsvorteile.

40 Weitere Vorteile der erfahrungsgemäßen Ausgestaltung der Aufnahmeverrichtung liegen in Folgendem:

- Kleiner Bauraum der Aufnahmeverrichtung, daher auch Reibschweißen in begrenzten Platzverhältnissen möglich, beispielsweise am Boden eines topfförmigen Teiles,
- einfache Gestaltung der Werkstück-Aufnahmeverrichtung ohne bewegliche Teile,
- trotzdem sicheres und lagegenaues Spannen des aufzunehmenden ersten Teiles,
- auch axial sehr kurze und dünnwandige Teile können sicher gespannt und demgemäß reibgeschweißt werden, was bisher nicht mit geringem Bauraum möglich war.

55 Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand zweier in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele nachfolgend noch erläutert; dabei zeigen:

60 Fig. 1 einen Axialschnitt durch einen topfförmigen Bremslamellenträger in Einzeldarstellung für ein automatisches Fahrzeuggetriebe mit angeschweißtem Zylinder für einen Bremsbetätigungs Kolben,

65 Fig. 2 die Aufnahmeverrichtung für den anzuschweißenden, den Zylinder bildenden, dünnwandigen Ring sowie den darin axial einzusetzenden Ring,

Fig. 3 das räumliche Zusammenwirken der beiden Teile-Aufnahmen beim Reibschweißen.

Fig. 4 eine vergrößerte Einzeldarstellung der Einheit IV aus Fig. 3,

Fig. 5 eine axiale Ansicht der Einheit IV nach Fig. 4,

Fig. 6 eine Abwandlung der Zahnung gemäß der Einheit IV,

Fig. 7 eine erfindungsgemäße Werkstückaufnahme beim Reibschiessen einer scheibenförmigen Nabe an einem aus Blech bestehenden Radkörper,

Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Werkstückaufnahme für das Reibschiessen am Beispiel eines an zuschweißenden Stehbolzens und

Fig. 9 eine massearme Modifikation der Aufnahmeverrichtung nach Fig. 8 für einen zu verschweißenden Stehbolzen.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Werkstück handelt es sich um einen Bremslamellenträger für automatische Getriebe. Dieses Werkstück ist durch Zusammensetzen von zwei verschiedenen Teilen, nämlich einem ringförmigen ersten Teil 1 und einem topfförmigen zweiten Teil 2 gebildet. Das topfförmige Außenstück 2 weist einen Außenmantel 12, einen Boden 15 und ein zentrisch nach innen aufragendes Innenrohr 13 auf. Der Außenmantel ist in Falten gelegt, um formgenaue Axialnuten 15 zur Aufnahme von Bremslamellenscheiben zu bilden. Am Boden 14 des Bremslamellenträgers muß noch ein Zylinder 16 dichtend und dauerhaft befestigt werden, der später einen tellerförmigen Betätigungs Kolben für die Bremslamellen führt und dichtend aufnimmt. Dieser Zylinder 16 ist durch das bereits erwähnte ringförmige erste Teil 1 gebildet, welches mittels einer Reibschiessung an der Schweißstelle 17 mit dem Boden 14 des zweiten Teiles 2 verbunden werden soll. Nachdem die Schweißstelle 17 sowohl außen seitig durch den Außenmantel 12 als auch innen seitig durch das Innenrohr 13 räumlich eingeengt ist, ist es sehr schwierig, das axial relativ kurze und im übrigen auch relativ labile, erste Teil 1 einerseits sicher zu spannen und andererseits bis an den Boden innerhalb des zweiten Teiles 2 heranzuführen, um es dort mittels einer Reibschiessung zu fügen. Eine kraftschlüssige Spannung des Teiles 1 scheidet aus räumlichen Gründen aus, weil derartige kraftschlüssig arbeitende Aufnahmeverrichtungen sehr voluminös sind und aufgrund dessen gar nicht bis an die Schweißstelle 17 herangeführt werden könnten. Eine formschlüssige Aufnahme des ersten Teiles 1 in einer entsprechenden Aufnahmeverrichtung unter Einsatz bisher bekannter Möglichkeiten ist recht teuer. Es müßte an der Rückseite des ringförmigen Teiles 1 ein zinnenförmiger Kranz von Mitnehmern mit hoher Formgenauigkeit angearbeitet sein, der nur für die Zwecke der Reibschiessung erforderlich wäre und der später in einem gesonderten Arbeitsgang abgedreht werden müßte. Und zwar ist eine hohe Bearbeitungs genauigkeit deswegen erforderlich, damit nach nur sehr geringen Deformationen an den einzelnen Formschlußflächen eine Drehmomentübertragung möglichst gleichmäßig an allen Formschlußflächen aufgebaut werden kann und das Teil sich nicht etwa aufgrund einer stark unterschiedlichen Belastung über den Umfang hinweg unkontrolliert deformiert. Das Anbringen derartiger Formschlußflächen wäre nicht nur ein sehr teurer Arbeitsvorgang, sondern es müßte auch entsprechend mehr Material für diese Formschlußflächen vorgesehen werden. Dadurch würde sich die Herstellung des Ringes und des gesamten Bremslamellenträgers verteuern.

Um diese Nachteile zu vermeiden, sieht die Erfindung zwar nach wie vor eine formschlüssige Aufnahme des

ersten Teiles 1 in der zugehörigen Aufnahmeverrichtung 4 der Reibschiessmaschine vor, jedoch werden die teileseitigen Formschlußflächen 6 erst während der Durchführung der Reibschiessung unter Ausnutzung der axialen Anpresskraft durch einen Prägevorgang seitens der in der Aufnahmeverrichtung angebrachten Gegen-Formschlußflächen 7 erzeugt, die zu diesem Zweck scharfkantig und schneidenartig ausgebildet sind. Die Schneidelinien 8 der Gegen-Formschlußflächen 7 sind unter einem spitzen Winkel  $\alpha$  von weniger als  $45^\circ$ , vorzugsweise von etwa  $30^\circ$  zur Axialkraftrichtung geneigt angeordnet. Dadurch können sich die schneidenartigen Gegen-Formschlußflächen 7 kraftübersetzend in eine umlaufende Werkstückkante 9 des ersten Teiles 1 ein graben und so die teileseitigen Formschlußflächen 6 bilden. Die umlaufende Kante 9, die in einem Bereich des ersten Teiles 1 angeordnet ist, der der Aufnahmeverrichtung 4 zugekehrt liegt, ist durch eine zylindrisch verlaufende Werkstückoberfläche 10 und durch eine achsenrecht ausgerichtete Fläche 11 gebildet. In diesem Bereich sind auch die Gegen-Formschlußflächen 7 der Aufnahmeverrichtung 4 vorgesehen. Diese sind — wie gesagt — schneidenartig mit einer Schneidelinie 8 ausgebildet und in dichter Folge kranzförmig angeordnet und entsprechen in ihrer Lage der umlaufenden Werkstückkante 9 des aufzunehmenden Teiles 1. Die Schneidelinien liegen auf dem Mantel eines Kegels, dessen gedachte Spitze in Richtung der Einstechrichtung des Teiles 1 in die Aufnahmerichtung weist. Die Schneidelinien 8 liegen zumindest angenähert jeweils in einer Radialebene 22. Die vorrichtungsseitigen Gegen-Formschlußflächen 7 können beispielsweise dadurch hergestellt werden, daß eine schmale Innenkegelfläche oder Innenphase an der Aufnahmeverrichtung in ungehärtetem Zustand unter Verwendung einer schmalen Rändel Rolle auf der Drehbank mit einer Rändelung 21 versehen wird. Anschließend wird das solcherart bearbeitete Teil gehärtet. Selbstverständlich können die Gegen-Formschlußflächen 7 auch durch Fräsen oder Schleifen mit feinen Werkzeugen erzeugt werden. Die Einstechtiefe des Teiles 1 in die Aufnahmeverrichtung 4 und die Führung hinsichtlich einer guten Planlage ist bestimmt durch eine ringförmige, achsenrecht ausgerichtete Anlagefläche 18, die sich axial unmittelbar an die Rändelung 21 anschließt. Radial innerhalb der Rändelung 21 ist eine zylindrische Führungsfläche 19 vorgesehen, die das ringförmige Teil 1 in radialer Hinsicht und im Hinblick auf die Einhaltung einer exakten Kreisform führt und stabilisiert. Um im Stadium der Fertigung der Aufnahmeverrichtung 4 den Bereich der Rändelung 21 gut erreichen zu können, ist die Führungsfläche 19 an einem gesonderten Führungsring 20 angebracht, der lösbar mit der Aufnahmeverrichtung 4 verbunden ist.

Durch Aufschieben des ringförmigen Teiles 1 auf den Führungsring 19 und gleichmäßigen axialen Druck auf das Teil 1 wird dieses mit seiner rückwärtigen Stirnfläche in die Rändelung 21 hineingedrückt, so daß eine sehr fein gezahnte formschlüssige Verbindung zwischen Aufnahmeverrichtung 4 einerseits und Teil 1 andererseits zustande kommt. Dieser axiale Druck kann durch den Axialdruck während des Reibschiessens aufgebracht werden. Nachdem die Neigung der Schneidelinien 8 relativ flach geneigt sind (Winkel  $\alpha$ ), ist die relative Kraftwirkung, mit der die Schneiden radial in das Werkstück einzudringen trachten, größer als die Axialkraft. Es muß lediglich sichergestellt werden, daß das aufzunehmende Teil nicht radial von der Rändelung ausweichen kann. Bei dem in den Fig. 1 bis 5 dargestellten

Ausführungsbeispiel ist dies durch die bereits erwähnte Führungsfäche 19 sichergestellt.

Aufgrund der erfundungsgemäßen Ausgestaltung der Aufnahmeverrichtung und aufgrund der erfundungsgemäßen Herstellung des Formschlusses zwischen Aufnahmeverrichtung und Werkstück kann die Aufnahmeverrichtung 4 sehr klein gestaltet werden, so daß auch in den begrenzten Verhältnissen des Werkstückes nach Fig. 1 die Schweißstelle 17 ohne weiteres erreicht werden kann. Gleichwohl ist das Teil 1 — wie die Erfahrung gezeigt hat — mit sehr hoher Verdreh Sicherheit in der Aufnahmeverrichtung 4 aufgenommen, so daß etwaige zunächst berechtigte erscheinende Befürchtungen, daß das Teil 1 in der Aufnahmeverrichtung 4 schlupfen könnte, sich als unbegründet erwiesen haben.

Das topförmig gestaltete zweite Teil 2 wird in der zugehörigen Aufnahmeverrichtung 5 über dem gewellten Außenmantel 12 formschlüssig und somit verdrehsicher aufgenommen. Bei produktionsnahen Schweißversuchen wurde das topförmige Teil 2 und die zugehörige Aufnahmeverrichtung 5 ortsfest gehalten, wogegen das ringförmige, erste Teil 1 und die zugehörige Aufnahmeverrichtung 4 um die Rotationsachse 3 rotierten. Die Aufnahmeverrichtungen enthalten keine beweglichen Teile; vielmehr sind die Teile 1 und 2 in den zugehörigen Aufnahmeverrichtungen durch einen leichten Schiebesitz heraußfallsicher in den Aufnahmeverrichtungen gehalten. Der Reibschißvorgang selber sei hier als bekannt unterstellt, so daß insoweit Ausführungen entbehrlich sind.

Die in den Fig. 4 und 5 gezeigte Rändelung ist bezüglich der beiderseits jeweils einer Schneidenlinie 8 liegenden Flanken symmetrisch gestaltet. Bei der in Fig. 6 dargestellten Variante sind die einzelnen Zähne der Rändelung nach Art von Sägezähnen unsymmetrisch gestaltet, wobei die steiler aufgestellte Flanke der Zähne in der Drehrichtung 27 nach vorne weisen. Durch eine solche Rändelung ist sicher noch ein höheres Drehmoment übertragbar als mit einer Rändelung nach Fig. 5.

In Fig. 7 ist die Anwendung der erfundungsgemäßen, formschlüssigen Werkstückaufnahme an einem anderen Anwendungsfall gezeigt. Dort ist das erste Teil 1' im wesentlichen scheibenförmig ausgebildet; allerdings weist es auch eine Umlaufkante 9' auf, die durch eine zylindrische Fläche 10' und eine achsenkrechte Fläche 11' gebildet ist. Das erste Teil 1' stellt die Nabe eines umlaufenden Rades dar. Das zweite Teil 2' ist aus Blech gebildet und stellt den Radteil des Rades dar, bei welchem am Innenrand des Rades ein Flansch in einer achsenkrechten Ebene radial nach innen abragt. Dieser Flansch 26 soll mit einem axial abragenden Bund an der Außenkante der im wesentlichen scheibenförmigen Nabe 1' durch eine Reibschißung verbunden werden. Die Aufnahmeverrichtung 4'' für das erste Teil 1' ist ganz ähnlich aufgebaut wie die Aufnahmeverrichtung 4 nach Fig. 2 oder 3. Mit Rücksicht darauf, daß das scheibenförmige Teil 1' in Radialrichtung sehr steif ist, kann auf eine entsprechende Führung verzichtet werden. Auch die Aufnahmeverrichtung 4'' trägt an einer konischen Innenfläche eine Rändelung, die Gegen-Form-schlußflächen 7'' bilden. In diese Gegen-Form-schlußflächen wird die umlaufende Kante 9' des Teiles 1' axial eingedrückt. Durch nicht dargestellte Haftmagneten oder unterdruckbeaufschlagbare Flächen kann eine verlässlichere Halterung des ersten Teiles 1' in der Aufnahmeverrichtung 4'' sichergestellt werden. Bei dieser Art der Halterung ist es besser, wenn der axiale Druck, mit

dem der Prägevorgang zur Herstellung der teileseitigen Formschlußflächen ausgeübt wird, vor Beginn der Reibschißung aufgebracht wird. Dadurch kann sichergestellt werden, daß das scheibenförmige, erste Teil 1' taurelfrei und verliersicher in der Aufnahmeverrichtung 4'' gehalten ist.

Das zweite Teil 2', nämlich der Radkörper, ist in radialer Hinsicht an einer kleinen Schulter an der Aufnahmeverrichtung 5' zentriert. In Umfangsrichtung wird eine formschlüssige Drehmitnahme durch Mitnehmer 24, die in hier beispielweise ohnehin am Radkörper vorhandene, regelmäßig verteilte angeordnete Aussparungen 26 eingreifen, sichergestellt. Eine axiale Fixierung des zweiten Teiles an der Aufnahmeverrichtung 5' ist hier nicht mehr dargestellt; es bieten sich hier verschiedene an sich bekannte Möglichkeiten an (z. B. magnetisch oder durch Unterdruck oder durch mechanische Klemmung im Bereich der Schaufeln), auf die hier nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Auch bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel, welches ebenfalls seriennah erprobt wurde, wurde beim Reibschißen der Radkörper 23 und die zugehörige Aufnahmeverrichtung 5' ortsfest gehalten, wogegen die scheibenförmige Nabe, das Teil 1' und die entsprechende Aufnahmeverrichtung 4'', um die Rotationsachse 3 rotierten und axial angedrückt wurden. Auch hier war eine völlig sichere Drehmomentverbindung zwischen Teil 1' und Aufnahmeverrichtung 4'' zu beobachten, die keinerlei Anlaß zu irgendwelchen Befürchtungen hinsichtlich Schlupf oder dgl. gab. Die im Bereich der umlaufenden Werkstückkante 9 bzw. 9' hinterlassene Rändelung, die die teileseitigen Formschlußflächen 6 bilden, ist meist nicht störend, zumindest nicht in den beiden bisher beschriebenen Anwendungsfällen. Für den Fall, daß eine solche Rändelung doch stören sollte, müßte ein kleiner Materialüberstand vorgehalten werden, der anschließend überdreht werden könnte.

Bei dem in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Werkstückhalterung mit einer Aufnahmeverrichtung 4'' für einen Gewinde-Stehbolzen als erstem Teil 1'' sowie eine Aufnahmeverrichtung 5'' für ein dickwandiges zweites Teil 2'' gezeigt, mit denen der Gewinde-Stehbolzen durch Reibschißen an dem Blechteil 2'' befestigt werden soll. Derartige durch Schweißen an ein größeres Bauteil zu befestigende Stehbolzen tragen üblicherweise am Anschweißende des Schaftes 28 einen Kopf 29, der im Durchmesser deutlich größer bemessen ist als der Schaftdurchmesser, um eine größere Basis im höchstenbeanspruchten Befestigungsbereich zu bekommen. Bekannt und in der Anwendung verbreitet sind widerstandselektrische und Lichtbogen-Schweißungen zum Anschweißen derartiger Stehbolzen. Das Reibschißen hat sich für diesen Anwendungsfall nicht auf breiter Basis durchsetzen können, weil die Drehmomentaufnahme zumindest von Gewinde-Stehbolzen problematisch ist; der gewindetragende Schaft 28 darf nämlich nicht stramm in ein Futter eingeklemmt werden, weil dadurch die Gewindegänge beschädigt werden würden. Auch hier bietet die vorliegende Erfindung einen Ausweg zur unproblematischen aber formschlüssigen und drehmomentbelastbaren Aufnahme des Gewinde-Stehbolzens in der Aufnahmeverrichtung 4''. Diese sieht diese beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine zur Rotationsachse 3 konzentrischen Bohrung 30 zur spielarmen Aufnahme des Schaftes 28 vor, in der der Gewinde-Stehbolzen zentrisch und axial ausgerichtet aufgenommen werden kann. Der übliche Kopf 29 des in soweit konventionell gestalteten Bolzens weist eine

umlaufende Werkstückkante 9" auf, die durch die Überschneidung einer zumindest angenähert achssenkrechten (11") und einer ebenfalls zumindest annähernd zylindrischen Fläche 10" gebildet ist. Es sind die Bolzen für die Zwecke der vorliegenden Erfindung bevorzugt zu verwenden, bei denen im schaftzugewandten Bereich des Kopfes die umlaufende Werkstückkante nicht breit abgerundet oder angefast ist. An dieser Werkstückkante setzt die Aufnahmeverrichtung 4" mit einer konischen Rändelung an, die feine, scharfkantige, konisch angeordnete Gegen-Formschlußflächen 7" aus hartem Werkstoff enthält, welche sich beim axialen Eindrücken des Bolzens in die Aufnahmeverrichtung 4" bleibend in die Werkstückkante 9" eingraben und dadurch eine formschlüssige Drehmitnahme zwischen Aufnahmeverrichtung 4" und Stehbolzen (Teil 1") sicherstellen. Für den Fall, daß der anzuschweißende Stehbolzen aus einem hochfesten Werkstoff bestehen sollte — gerade bei Reibschweißungen ist häufig wenigstens der eine Partner aus einem hochfesten Werkstoff —, ist es zweckmäßig, nach dem Einsetzen des Stehbolzens in die Aufnahmeverrichtung durch einen etwa axial geführten Schlag auf den Kopf 29 des Bolzens ein ausreichend tiefes Einprägen der vorrichtungsseitigen Gegen-Formschlußflächen 7" in die umlaufende Werkstückkante 9" sicherzustellen. Bei den hier relativ kleinen Schweißdurchmessern und den dementsprechend hohen Reibdrehzahlen sind nämlich die dabei ausgeübten Axialkräfte vergleichsweise gering und könnten zumindest bei hochfesten Bolzenwerkstoffen u. U. nicht ausreichen, um allein dadurch die Gegen-Formschlußflächen 7" ausreichend tief in die Werkstückkante 9" einzudringen. Dank der Bohrung 30 und des verkantungssicher darin geführten Schaftes 28 wurde auch ein exzentrisch auftreffender und/oder leicht geneigt geführter Schlag auf den Bolzenkopf gleichwohl zu einem umfangsgleichen Einprägen der Gegen-Formschlußflächen 7" in die Werkstückkante 9" führen.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß die Aufnahmeverrichtung für den Stehbolzen auch durch Zusammensetzen, insbesondere durch Zusammenschweißen mehrerer Teile gebildet werden kann. Zweckmäßig erscheint z. B. eine Bauform nach Fig. 9, bei der ein Rohr 31 aus einem Baustahl mit einem dem Durchmesser des Bolzenschaftes 28 entsprechenden Innendurchmesser verschweißt ist mit einer ringförmigen, die Gegen-Formschlußflächen 7" tragenden Krone 32 aus einem hochfesten und harten Werkstoff, wobei die Schweißung vorzugsweise im Reibschweißverfahren durchgeführt wird. Der innere der beiden sich dabei ausbildenden Reibschweißraten 33 mußte allerdings durch ein innenseitiges Überdrehen o. dgl. entfernt werden. Zur Begünstigung einer guten Reibschweißverbindung von Rohr 31 und Krone 32 ist auf der dem Rohr zugewandten Stirnseite der Krone ein dem Rohrquerschnitt entsprechender, kurzer Ansatz 34 angearbeitet, damit beim Reiben auch der festere Werkstoff ausreichend erweicht. Die Bauform der Aufnahmeverrichtung nach Fig. 9 hat gegenüber der nach Fig. 8 neben der einfachen Herstellbarkeit und somit den geringen Herstellungskosten noch die weiteren Vorteile, daß sie ein geringeres Massenträgheitsmoment aufweist, daß sie für alle möglichen Bolzenlängen geeignet ist und daß sie in konventionelle, massearme Spannzangen eingespannt werden kann. Ein geringes Massenträgheitsmoment ist vor allem für ein rasches Abbremsen der rotierenden Reibpartner am Ende des Reibschweißvorganges wichtig.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Reibschweißen eines für seine spätere Funktion außen glattflächig gestalteten, ersten Teiles mit einem zweiten Teil, bei dem das erste und das zweite Teil in axialer Gegenüberstellung in jeweils gesonderten Aufnahmeverrichtungen verdreh sicher gehalten werden, von denen wenigstens die eine drehantreibbar ist, und bei dem die Teile durch gegenseitige Verdrehung unter axialer Anpressung aufgrund von Reibungswärmeung zunächst auf teigigen Zustand erwärmt, mit nachlassender Relativdrehung aber erhöhter Axialkraft ineinandergepreßt und dadurch verschweißt und anschließend relativ zueinander stillgesetzt werden, wobei zur verdreh sichereren Aufnahme zumindest des ersten Teiles in der entsprechenden Aufnahmeverrichtung im Bereich der Aufnahmefläche des Teiles in der Aufnahmeverrichtung regelmäßige Formschlußflächen angearbeitet werden, die mit entsprechenden Gegen-Formschlußflächen in der Aufnahmeverrichtung derart korrespondieren, daß das Teil formschlüssig-verdreh sicher in der Aufnahmeverrichtung gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß die teilesitigen Formschlußflächen (6) erst in der Aufnahmeverrichtung (4, 4', 4", 4'') durch einen Prägevorgang seitens der in der Aufnahmeverrichtung (4, 4', 4", 4'') angebrachten, schneidenartig (Schneidenlinie 8) ausgebildeten Gegen-Formschlußflächen (7, 7', 7", 7'') erzeugt werden, wobei die — in einem Axialschnitt (Fig. 4) gesehen — unter einem spitzen Winkel ( $\alpha$ ) von weniger als  $45^\circ$  zur Axialkraftrichtung angeordneten schneidenartigen Gegen-Formschlußflächen (7, 7', 7", 7'') sich kraftübersetzend in eine umlaufende Werkstückkante (9, 9', 9'') eingraben, wobei der Prägevorgang unmittelbar vor dem Reibschweißen durch ein gesondertes axiales Pressen oder Schlagen oder während der Durchführung der Reibschweißung unter Ausnutzung der axialen Anpreßkraft beim Reibschweißen durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufende, der Aufnahmeverrichtung (4, 4', 4", 4'') zugekehrt liegende Werkstückkante (9, 9', 9'') des einen Teiles (1, 1', 1''), in deren Bereich die Fomschlußflächen (6) während des Reibschweißens anzubringen sind, durch eine zumindest angenähert zylindrisch verlaufende (10, 10', 10'') und eine zumindest angenähert achssenrecht ausgerichtete Fläche (11, 11', 11'') gebildet ist.
3. Aufnahmeverrichtung in einer Reibschweißmaschine zur formschlüssigen und verdreh sicheren Aufnahme eines — ersten — Teiles für das Reibschweißen des ersten Teiles mit einem zweiten Teil, welches erste Teil auf der der Aufnahmeverrichtung zugekehrten Seite wenigstens eine zumindest angenähert zylindrisch verlaufende und eine zumindest angenähert achssenrecht ausgerichtete Fläche aufweist, entlang derer das erste Teil in der Aufnahmeverrichtung ausrichtbar und verkantungs- und herausfallsicher halterbar ist, wobei die zylindrische Fläche und die achssenrechte Fläche des ersten Teiles entlang einer kreisförmig verlaufenden Werkstückkante ineinander übergehen, ferner mit positiven Formschlußflächen an dem ersten Teil und negativ korrespondierenden Gegen-Formschlußflächen an der Aufnahmeverrichtung

zur formschlüssig-verdrehsicheren Halterung des ersten Teiles in der Aufnahmeverrichtung, wobei die Aufnahmeverrichtung zumindest im Bereich von deren Formschlußflächen härter ausgebildet ist als die Formschlußflächen des ersten Teiles, zur Ausübung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorrichtungsseitigen Gegen-Formschlußflächen (7, 7', 7'', 7''')

— schneidenartig (Schneidlinien 8) ausgebildet sind,

— kranzförmig in dichter Folge im Bereich der Lage der kreisförmig verlaufenden Werkstückkante (9, 9', 9'') des in der Aufnahmeverrichtung (4, 4', 4'', 4'') aufgenommenen Teiles (1, 1', 1'') angeordnet sind und

— mit den Schneidlinien (8) auf der Mantelfläche eines Kegels liegen und — in einem Axialschnitt (Fig. 4) gesehen — unter einem spitzen Winkel ( $\alpha$ ) von weniger als 45 Grad zur Axialkraftrichtung angeordnet sind,

derart, daß die vorrichtungsseitigen Gegen-Formschlußflächen (7, 7', 7'', 7''') unter Ausnutzung der gegenseitigen axialen Anpreßkraft während der Durchführung der Reibschweißung (Schweißstelle 17) sich nach Art eines Prägungsvorganges aufgrund der spitzwinkligen Neigung (Winkel  $\alpha$ ) kraftübertragend in den Teilewerkstoff im Bereich der umlaufenden Werkstückkante (9, 9', 9'') eingraben, wobei die teilesseitigen Formschlußflächen (6) selbsttätig in der Aufnahmeverrichtung (4, 4', 4'', 4''') und durch sie erzeugbar sind.

4. Aufnahmeverrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Schneidlinien (8) der vorrichtungsseitigen Gegen-Formschlußflächen (7, 7', 7'', 7''') — in einem achs senkrechten Schnitt (Fig. 5) gesehen — zumindest angenähert jeweils in einer Radialebene (22) angeordnet ist.

5. Aufnahmeverrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidlinien (8) — im Axialschnitt (Fig. 4) gesehen — unter einem spitzen Winkel ( $\alpha$ ) von 10 bis 35° vorzugsweise 20 bis 30° zur Axialkraftrichtung angeordnet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

Fig. 1

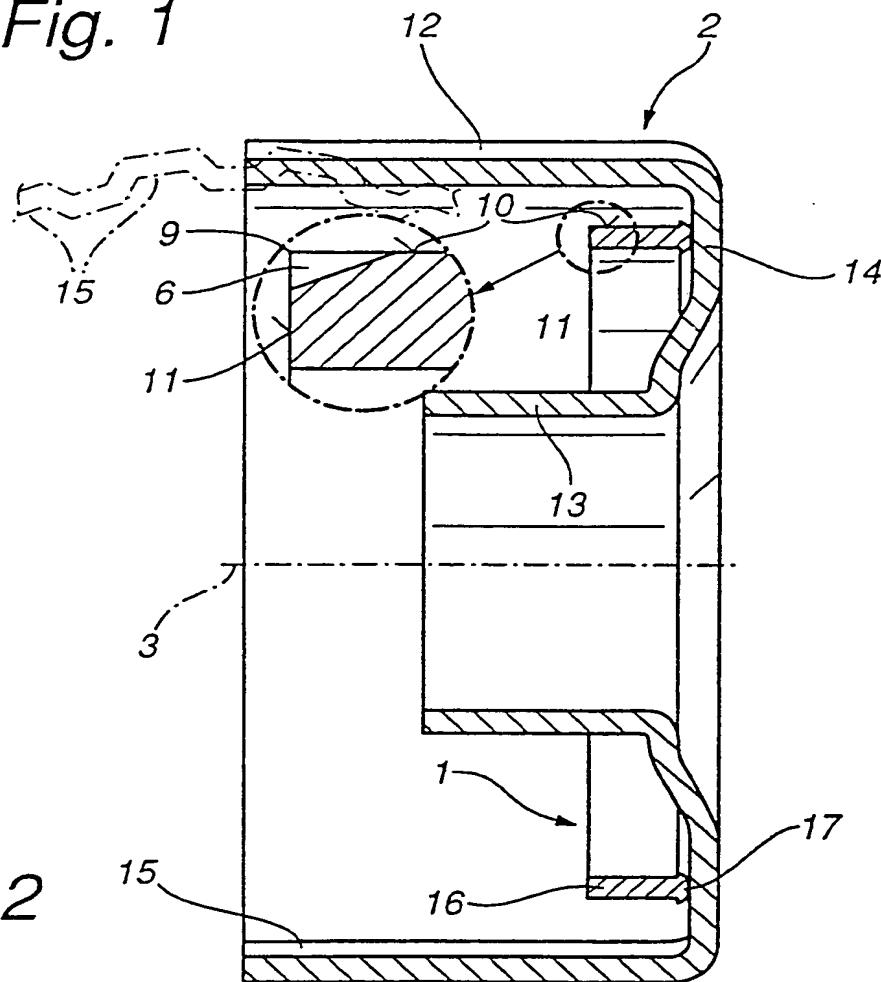


Fig. 2

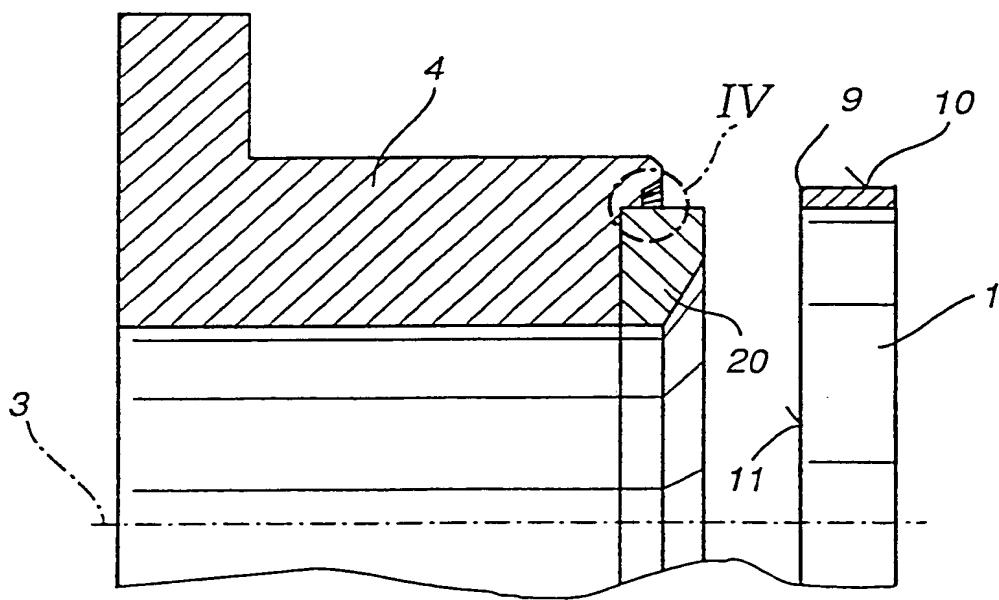


Fig. 3

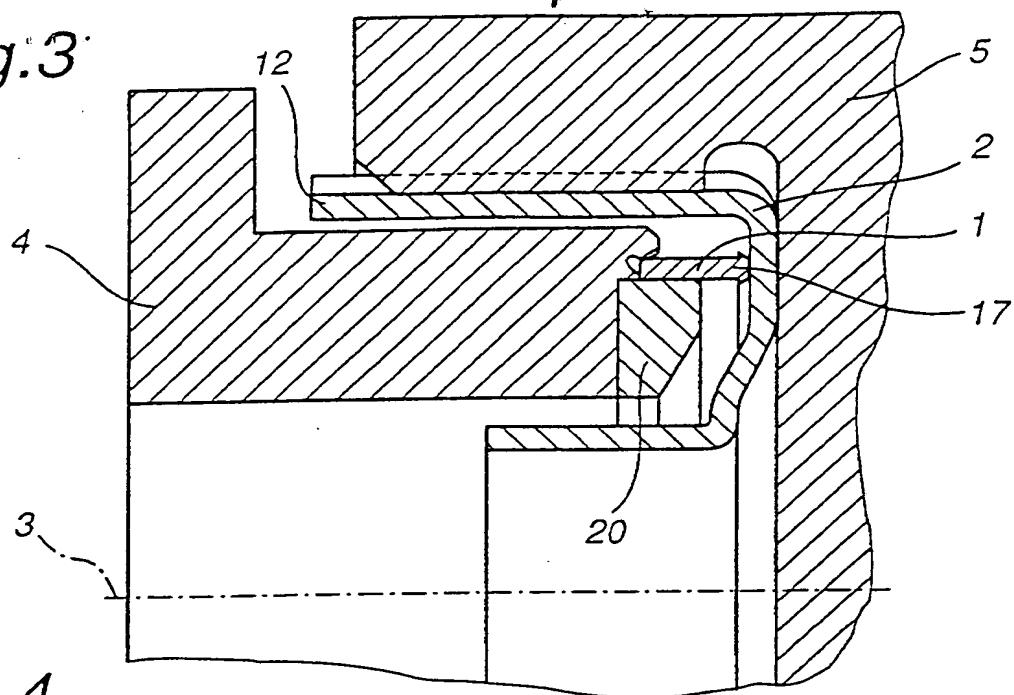


Fig. 4

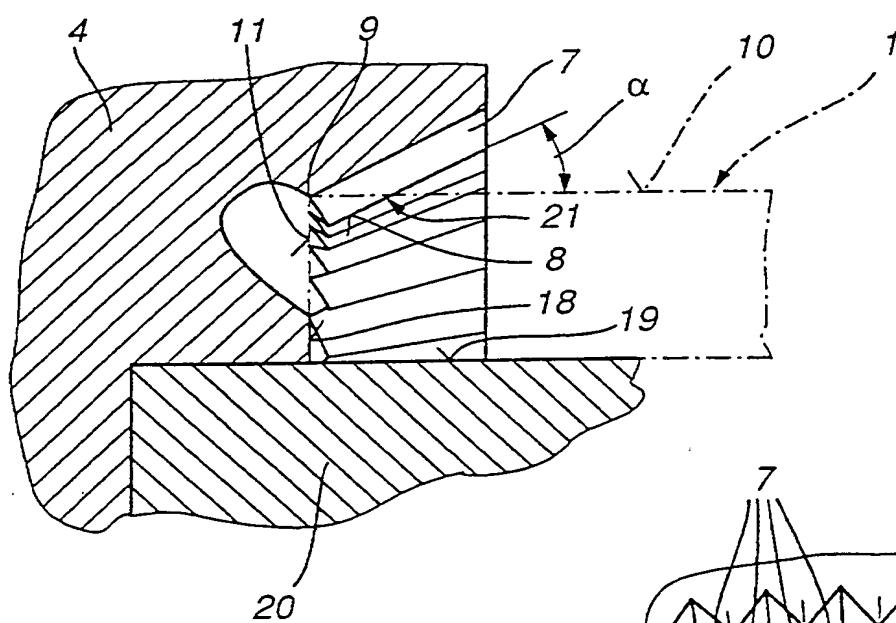


Fig. 5

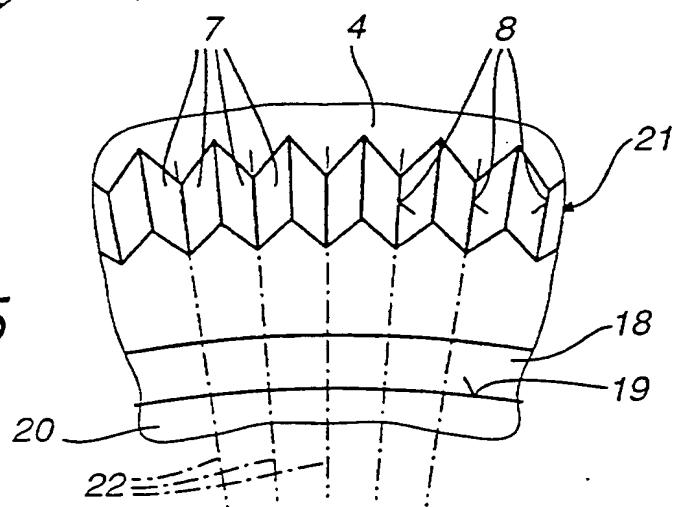


Fig. 6

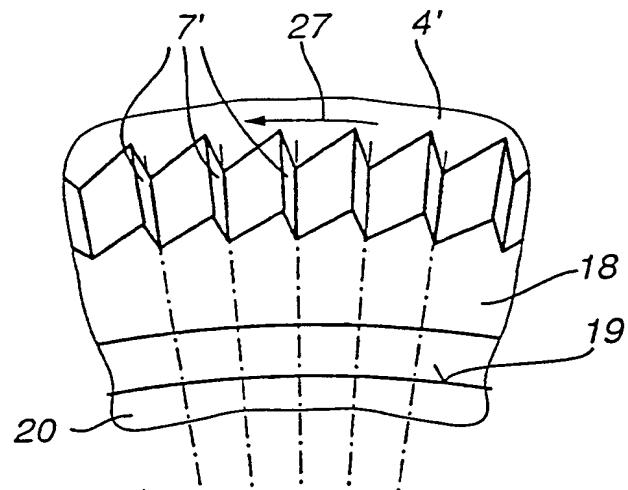


Fig. 7

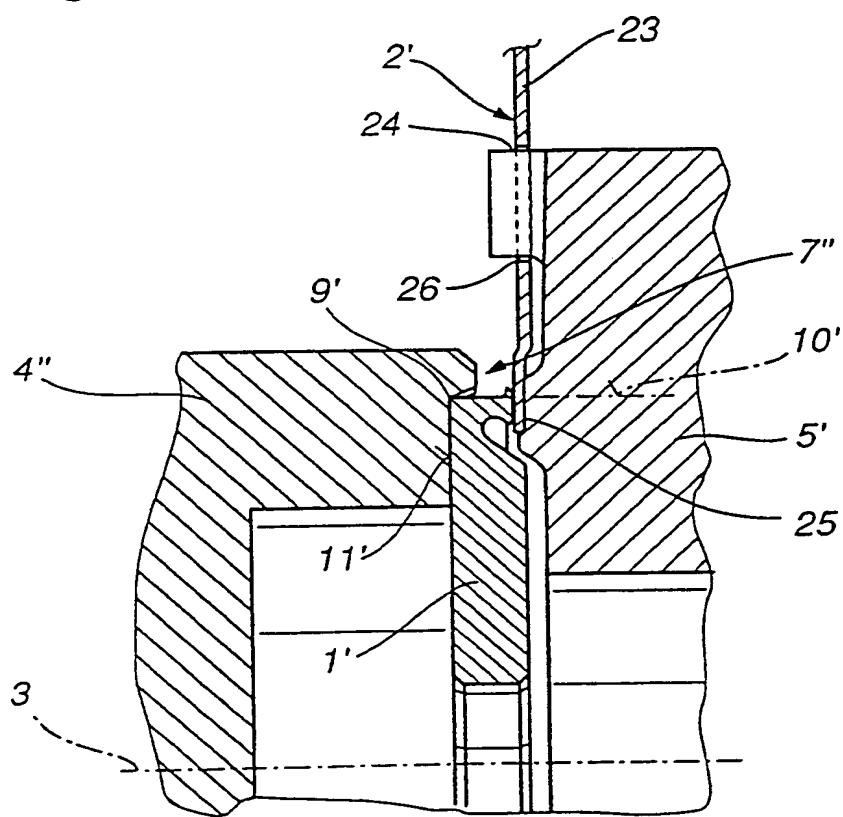


Fig. 8

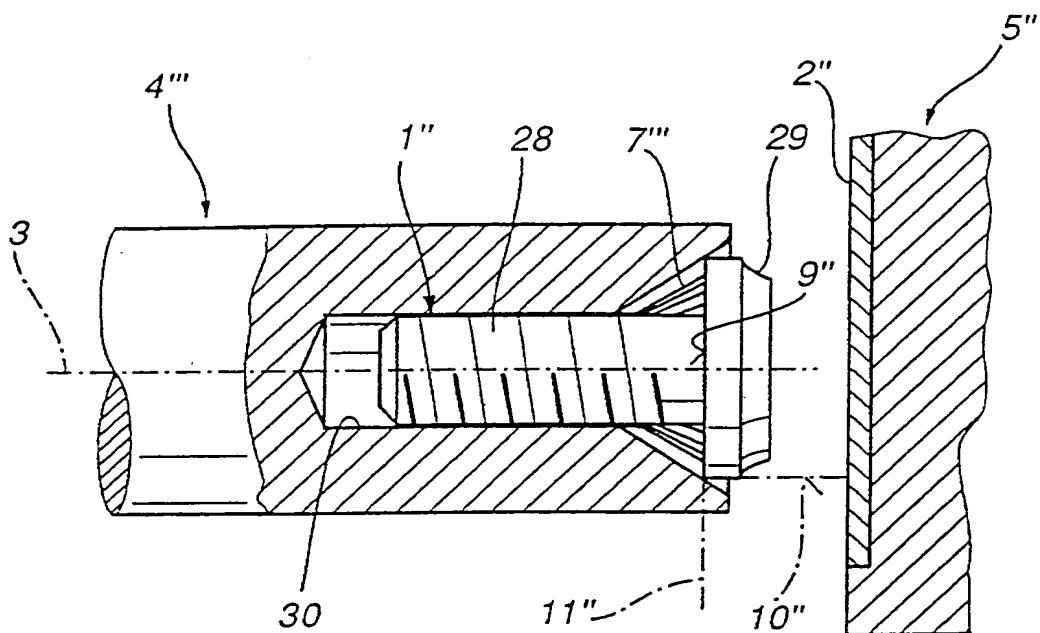


Fig. 9

